

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-352543

(43)Date of publication of application : 21.12.2001

(51)Int.Cl.

H04N 7/30

H04N 1/41

(21)Application number : 2000-170587

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 07.06.2000

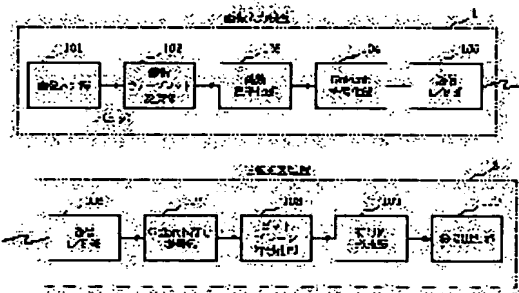
(72)Inventor : KAJIWARA HIROSHI
SATO MAKOTO
KISHI HIROKI

(54) IMAGE CODING SYSTEM AND IMAGE CODER AND METHOD AND STORAGE MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image coder that applies coding to image data without being affected to the utmost by restriction conditions such as a processing time of the coder, a memory and an arithmetic cost under a circumstance where the image data are broken down to frequency components, each frequency component is quantized, and a prescribed entropy coding is applied to quantized data to generate coded data.

SOLUTION: The system of this invention is provided with an image input device and an image processing unit, the image input device is provided with a means that inputs image data, a means that converts the image data into frequency components to obtain a conversion coefficient, and a 1st entropy coding means that applies entropy coding to a quantized value of the conversion coefficient, and the image processing unit is provided with a means that decodes the coded data obtained by the 1st entropy coding means and a 2nd entropy coding means that applies again an entropy coding to the conversion coefficient or the quantized value obtained by the decoding by a method different from that of the 1st entropy coding means.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-352543
(P2001-352543A)

(43)公開日 平成13年12月21日(2001. 12. 21)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード(参考)
H 0 4 N	7/30	H 0 4 N	B 5 C 0 5 9
	1/41		Z 5 C 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-170587(P2000-170587)

(22)出願日 平成12年6月7日(2000. 6. 7)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 梶原 浩

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内

(72)発明者 佐藤 真

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内

(74)代理人 100090538

弁理士 西山 恵三 (外1名)

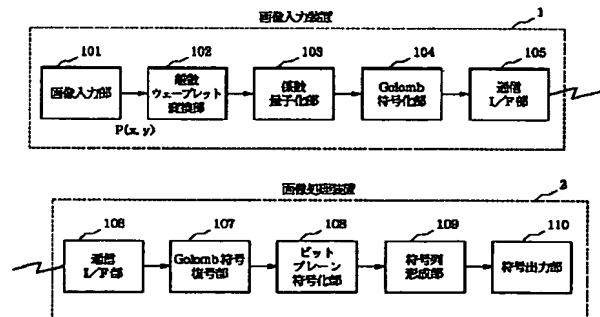
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像符号化システム及び画像符号化装置及び方法及び記憶媒体

(57)【要約】

【課題】 画像データを周波数成分に分解し、各周波数成分を量子化し、量子化データに所定のエントロピー符号化を施して符号化データを生成する状況において、装置の処理時間、メモリ、演算コスト等の制約条件にできるだけ影響されない符号化を行う。

【解決手段】 画像入力装置と画像処理装置を備えるシステムであって、画像入力装置は、画像データを入力する手段と、前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る手段と、変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピー符号化する第1のエントロピー符号化手段とを有し、前記画像処理装置は、前記第1のエントロピー符号化手段にて得られた符号化データを復号する手段と、前記復号により得られた変換係数或いは前記量子化値を、前記第1のエントロピー符号化手段とは異なる方法で再度エントロピー符号化する第2のエントロピー符号化手段とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像入力装置と画像処理装置を備える画像符号化システムであって、
 前記画像入力装置は、
 画像データを入力する画像入力手段と、
 前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る分解手段と、
 前記分解手段にて得られた変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピ符号化する第 1 のエントロピ符号化手段とを有し、
 前記画像処理装置は、
 前記第 1 のエントロピ符号化手段にて得られた符号化データを復号する復号手段と、
 前記復号により得られた前記変換係数或いは前記量子化値を、前記第 1 のエントロピ符号化手段とは異なる方法で再度エントロピ符号化する第 2 のエントロピ符号化手段とを具備することを特徴とする画像符号化システム。
 【請求項 2】 前記周波数成分への変換は、ウェーブレット変換であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化システム。
 【請求項 3】 前記第 1 のエントロピ符号化手段は、Golomb 符号化を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化システム。
 【請求項 4】 前記第 2 のエントロピ符号化手段は、ビットプレーン符号化であることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の画像符号化システム。
 【請求項 5】 前記第 2 のエントロピ符号化手段は、ビットプレーン毎の算術符号化であることを特徴とする請求項 4 に記載の画像符号化システム。
 【請求項 6】 画像データを入力する画像入力手段と、
 前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る分解手段と、
 前記分解手段にて得られた変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピ符号化する第 1 のエントロピ符号化手段と、
 前記第 1 のエントロピ符号化手段にて得られた符号化データを復号する復号手段と、
 前記復号により得られた前記変換係数或いは前記量子化値を、前記第 1 のエントロピ符号化手段とは異なる方法で再度エントロピ符号化する第 2 のエントロピ符号化手段とを具備することを特徴とする画像符号化装置。
 【請求項 7】 画像データを入力する画像入力ステップと、
 前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る分解ステップと、
 前記分解手段にて得られた変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピ符号化する第 1 のエントロピ符号化ステップと、
 前記第 1 のエントロピ符号化ステップにて得られた符号化データを復号する復号ステップと、

前記復号により得られた前記変換係数或いは前記量子化値を、前記第 1 のエントロピ符号化ステップとは異なる方法で再度エントロピ符号化する第 2 のエントロピ符号化ステップとを具備することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 8】 画像データを入力する画像入力ステップと、
 前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る分解ステップと、
 前記分解手段にて得られた変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピ符号化する第 1 のエントロピ符号化ステップと、
 前記第 1 のエントロピ符号化ステップにて得られた符号化データを復号する復号ステップと、
 前記復号により得られた前記変換係数或いは前記量子化値を、前記第 1 のエントロピ符号化ステップとは異なる方法で再度エントロピ符号化する第 2 のエントロピ符号化ステップとをコンピュータから読み取り可能な状態に記憶した記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像データを符号化する画像符号化システム及び画像符号化装置及び方法及び記憶媒に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、デジタルカメラ、スキャナといった画像入力装置の技術の向上にともない、これら入力装置により取り込む画像データの解像度は増加の一端を辿っている。低解像度の画像であれば画像データの量も少なく、符号化、伝送、蓄積といった処理に支障をきたすことはなかったが、高解像度になるにつれ、画像データ量も膨大なものになり、伝送する際に多くの時間がかかったり、符号化処理や蓄積に際し、多くの記憶容量を必要とするという問題がある。

【0003】このような大容量の画像データを効率良く伝送表示する手法として、画像データの段階的伝送方法が注目を集めている。これは、画像データ伝送の初期段階で画像の概略を把握できるように低画質の画像から伝送し、順に高画質画像に必要なデータを伝送することにより、データの受信側で復元する画質が改善されるというものである。

【0004】このような段階的伝送に適した符号化方法として、系列変換にウェーブレット変換を用いることにより空間的な段階性を実現し、さらに、エントロピ符号化にビットプレーン符号化を用いることで SNR の段階性を実現する符号化方法が研究されている。

【0005】図 2 は上述の符号化方法を用いた画像符号化システムの例を示したものである。同図において 201 は画像入力部、202 は離散ウェーブレット変換部、203 は係数量子化部、204 はビットプレーン符号化部、205 は符

号列形成部、206は符号出力部である。

【0006】以下、図2の画像符号化システムにおける動作を説明する。

【0007】まず、画像入力部201から符号化対象となる画像を示す画素データ $P(x,y)$ がラスタースキャン順に入力される。 x,y は画素の水平方向および垂直方向の位置を表す。この画像入力部201は、例えば画像データを格納したハードディスク、光磁気ディスク、メモリなどの記憶装置、スキャナ等の撮像装置、或いはネットワーク回線のインターフェース等である。

【0008】離散ウェーブレット変換部202は、画像入力部201から入力される画素データ $P(x,y)$ を不図示の内部バッファに適宜格納しながら2次元の離散ウェーブレット変換を施し、LL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2の7つのサブバンドに分解し、各サブバンドの係数を出力する。以降、各サブバンドの係数を $C(S,x,y)$ と表す。ここで S はサブバンドを表し、LL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2のいずれかである。また、 x,y は各サブバンド内の左上隅の係数位置を0,0とした場合の水平方向および垂直方向の係数位置を表す。

【0009】2次元離散ウェーブレット変換は1次元の変換を水平・垂直方向それぞれに適用することにより実現する。図4は符号化対象画像に対して、まず垂直方向に1次元の離散ウェーブレット変換を適用し、低周波サブバンドLと高周波サブバンドHに分解し、さらに、それぞれに水平方向の1次元離散ウェーブレット変換を適用することにより、LL, HL, LH, HHの4つのサブバンドに分解する様子を示したものである。本画像符号化装置では、 N 個の1次元信号 $x(n)$ (n は0から $N-1$ とする)に対する1次元離散ウェーブレット変換は以下の式により行われるものとする。

【0010】

$$h(n) = x(2n+1) - \text{floor} \{ (x(2n) + x(2n+2)) / 2 \}$$

$$l(n) = x(2n) + \text{floor} \{ (h(n-1) + h(n) + 2) / 4 \}$$

【0011】ここで、 $h(n)$ は高周波サブバンドの係数、 $l(n)$ は低周波サブバンドの係数を表し、 $\text{floor}\{R\}$ は実数 R を超えない最大の整数値を表す。なお、ここでは説明を省略するが、上記式の計算において必要となる1次元信号 $x(n)$ の両端 $x(n)$ ($n < 0$ および $n \geq N$)は公知の手法により1次元信号 $x(n)$ ($0 \leq n < N$)の値から求めておく。

【0012】上述の2次元離散ウェーブレット変換により得られたサブバンドLLに対して、さらに2回繰り返して2次元離散ウェーブレット変換を適用することにより、図5のようにLL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2の7つのサブバンドに分解する。なお、図5のLLは図4(c)のLLを再分解したものであるため、同一のものではない。

【0013】係数量子化部203は離散ウェーブレット変換部202により生成される各サブバンドの係数 $C(S,x,y)$ を、各サブバンド毎に定めた量子化ステップ $\text{delta}(S)$ を用いて量子化する。量子化された係数値を $Q(S,x,y)$ と表

すすると、係数量子化部203で行われる量子化処理は以下の式により表される。

$$\text{【0014】 } Q(S,x,y) = \text{sign}\{C(S,x,y)\} \times \text{floor} \{ |C(S,x,y)| / \text{delta}(S) \}$$

【0015】ここで、 $\text{sign}\{I\}$ は整数 I の正負符号を表す関数であり、 I が正ならば1、負ならば-1を返す。また、 $\text{floor}\{R\}$ は実数 R を超えない最大の整数値を表す。

【0016】ビットプレーン符号化部204は、係数量子化部203により量子化された係数値 $Q(S,x,y)$ を符号化し、符号列を生成する。各サブバンドの係数をブロック分割し、別々に符号化することによりランダムアクセスを容易にする方法などが知られているが、ここでは説明を簡単にするためにサブバンド単位に符号化することとする。各サブバンドの量子化された係数 $Q(S,x,y)$ (以降、単に係数値と呼ぶ)の符号化は、サブバンド内の係数値 $Q(S,x,y)$ の絶対値を自然2進数で表現し、上位の桁から下位の桁へとビットプレーン方向を優先して2値算術符号化することにより行われる。各サブバンドの係数 $Q(S,x,y)$ を自然2進表記した場合の下から n 桁目のビットを $Q_n(x,y)$ と表記して説明する。なお、2進数の桁を表す変数 n をビットプレーン番号と呼ぶこととし、ビットプレーン番号 n はLSBを0桁目とする。

【0017】図6はビットプレーン符号化部204でサブバンド S を符号化する処理の流れを示したものである。

【0018】図6において、ステップS601はサブバンド S 内の係数の絶対値の最大値 $M_{abs}(S)$ を求めるステップ、S602はサブバンド内の係数の絶対値を表すのに必要な有効桁数 $NBP(S)$ を求めるステップ、S603は変数 n に有効桁数を代入するステップ、S604は $n-1$ を求めて n に代入するステップ、S605は n 桁目のビットプレーンを符号化するステップ、S606は n が0であるか否かを判定するステップである。

【0019】まず、ステップS601で符号化対象となるサブバンド S 内の係数の絶対値を調べ、その最大値 $M_{abs}(S)$ を求める。

【0020】次に、ステップS602では $M_{abs}(S)$ を2進数で表現するのに必要となる桁数 $NBP(S)$ を以下の式により求める。

$$\text{【0021】 } NBP(S) = \text{ceil}\{ \log_2(M_{abs}(S)) \}$$

【0022】ここで、 $\text{ceil}\{R\}$ は実数 R に等しいか、あるいはそれ以上の最小の整数値を表す。

【0023】ステップS603ではビットプレーン番号 n に有効桁数 $NBP(S)$ を代入する。

【0024】ステップS604ではビットプレーン番号 n から1を引く。

【0025】ステップS605ではビットプレーン n を2値算術符号を用いて符号化する。本実施の形態においては算術符号としてQM-Coderを用いることとする。このQM-Coderを用いて、ある状態(コンテキスト) S で発生した2値シンボルを符号化する手順、或いは、算術符号化処理の

10

20

30

40

50

ための初期化手順、終端手順については、静止画像の国際標準ITU-T Recommendation T.81 | ISO/IEC10918-1 勧告等に詳細に説明されているのでここでは説明を省略する。各ビットプレーンの符号化の開始時に算術符号化器を初期化し、終了時に算術符号化器の終端処理を行なうものとする。また、個々の係数の最初に符号化される'1'の直後に、その係数の正負符号を0、1で表し、算術符号化する。ここでは正ならば0、負ならば1とする。例えば、係数が-5で、この係数の属するサブバンドSの有効桁数NBP(S)が6であった場合、係数の絶対値は2進数000101で表され、各ビットプレーンの符号化により上位桁から下位桁へと符号化される。2番目のビットプレーンの符号化時（この場合、上から4桁目）に最初の'1'が符号化され、この直後に正負符号'1'を算術符号化する。

【0026】ステップS606では、ビットプレーン番号nを0と比較し、n=0即ち、ステップS605でLSBプレーンの符号化を行なった場合にはサブバンドの符号化処理を終了し、それ以外の場合にはステップS604に処理を移す。

【0027】上述の処理により、サブバンドSの全係数を符号化し、各ビットプレーンnに対応する符号列CS(S, n)を生成する。生成した符号列は符号列形成部205に送られ、符号列形成部205内の不図示のバッファに一時的に格納される。

【0028】符号列形成部205はビットプレーン符号化部204により全サブバンドの係数の符号化が終了し、全符号列が内部バッファに格納されると、所定の順序で内部バッファに格納される符号列を読み出し、必要な付加情報を挿入して、本符号化装置の出力となる最終的な符号列を形成し、符号出力部206に出力する。

【0029】符号列形成部205で生成される最終的な符号列はヘッダと、レベル0、レベル1、およびレベル2の3つに階層化された符号化データにより構成される。レベル0の符号化データはLLサブバンドの係数を符号化して得られるCS(LL, NBP(LL)-1)からCS(LL, 0)の符号列から構成される。レベル1はLH1, HL1, HH1の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH1, NBP(LH1)-1)～CS(LH1, 0)、CS(HL1, NBP(HL1)-1)～CS(HL1, 0)、および、CS(HH1, NBP(HH1)-1)～CS(HH1, 0)から構成される。また、レベル2はLH2, HL2, HH2の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH2, NBP(LH2)-1)～CS(LH2, 0)、CS(HL2, NBP(HL2)-1)～CS(HL2, 0)、および、CS(HH2, NBP(HH2)-1)～CS(HH2, 0)から構成される。

【0030】図3に符号列形成部205により生成される符号列の構造を示す。

【0031】符号出力部206は符号列形成部205で生成された符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部206は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した様な従来型の段階的符号化方法では、エントロピ符号化にビットプレーン符号化を用いているために、符号化対象となる係数をサブバンド単位、あるいは、サブバンドを所定の大きさで分割したブロック単位に、係数を一旦格納してからでないと符号化処理ができないため、係数格納のためのメモリを多く必要とするという問題がある。

【0033】さらに、上記従来例のように算術符号化を用いて各ビットプレーンの符号化を行う場合には演算処理が複雑となり、CPUパワーを多く必要とする、処理時間がかかる、回路規模が大きくなるなどの問題がある。

【0034】また、符号化データの形成に際し、従来の段階的符号化方法では最終的な符号列を生成するために、各ビットプレーンを符号化して得られた符号列を一旦格納している。このため、ビットプレーン符号化データ格納のためにも多くのメモリを必要とする。

【0035】近年のパーソナルコンピュータの高性能化・高機能化に伴い、上述した問題点は軽減されつつある。しかしながら、例えば、リアルタイムで取り込まれる動画データデータを符号化して格納する場合など、多くの画像データを限られた時間内に符号化処理しなければならない場合には、上述の問題点の解決が望まれる。

【0036】また、スキャナやデジタルカメラなど、演算性能、メモリ容量が制約される装置においては上述の問題点は重大である。

【0037】本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、装置の処理時間、メモリ、演算コストなどが制約される状態にあっても効率良く符号化を行うことを主な目的とする。詳しくは、画像データを周波数成分に分解し、各周波数成分を量子化し、量子化データに所定のエントロピ符号化を施して符号化データを生成する状況において、装置の処理時間、メモリ、演算コスト等の制約条件にできるだけ影響されない符号化を行うことを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、本発明の画像符号化システムによれば、画像入力装置と画像処理装置を備える画像符号化システムであって、前記画像入力装置は、画像データを入力する画像入力手段と、前記画像データを周波数成分に変換し、変換係数を得る分解手段と、前記分解手段にて得られた変換係数、或いは該変換係数の量子化値をエントロピ符号化する第1のエントロピ符号化手段とを有し、前記画像処理装置は、前記第1のエントロピ符号化手段にて得られた符号化データを復号する復号手段と、前記復号により得られた前記変換係数或いは前記量子化値を、前記第1のエントロピ符号化手段とは異なる方法で再度エントロピ符号化する第2のエントロピ符号化手段とを具備することを特徴とする。

【0039】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、本発明に好適な実施形態について図面を用いて説明する。

【0040】図1は本発明に係わる第1の実施の形態の画像符号化システムのブロック図を示したものである。同図に於いて101は画像入力部、102は離散ウェーブレット変換部、103は係数量子化部、104はGolomb符号化部、105、106は通信インターフェース部、107はGolomb符号復号部、108はビットプレーン符号化部、109は符号列形成部、110は符号出力部である。

【0041】本実施の形態に於いては1画素の輝度値が8ビットで表現されるモノクロ画像データを復号・表示するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、4ビット、10ビット、12ビットなど8ビット以外のビット数で輝度値を表現している画像データにも適用できる。また各画素をRGB、CMYKなどの複数の色成分或いはYCrCb等の輝度と色度／色差成分で表現するカラー画像データにも適用できる。この場合にはカラー画像データ中の各成分がモノクロ画像データであると見なせば良い。また各画素の色を所定のカラーテーブルのインデックス値で示す様な、各画素の状態を多値情報で示したインデックスデータを符号化する場合にも適用できるのは明らかである。

【0042】以下、図1を参照して、本実施の形態における各部の動作を詳細に説明する。

【0043】本実施の形態の画像符号化システムは、演算性能、搭載メモリの制限された画像入力装置1と、画像入力装置1よりも多くのメモリを搭載し、高い演算性能を持った画像処理装置2の2つから構成される。画像入力装置1は、例えば、スキャナ、デジタルカメラなどが想定でき、図1において画像入力部101、離散ウェーブレット変換部102、係数量子化部103、Golomb符号化部104、通信インターフェース部105により構成される。

【0044】一方、画像処理装置2は、近年のパーソナルコンピュータや汎用コンピュータ、或いは、専用の装置、画像処理ボードなどが想定でき、通信インターフェース部106、Golomb符号復号部107、ビットプレーン符号化部108、符号列形成部109、符号出力部110により構成される。

【0045】まず、本実施の形態の画像符号化システムの符号化対象となる画像データ $P(x, y)$ が画像入力部101からラスタースキャン順に入力される。この画像入力部101は、例えばスキャナ、デジタルカメラ等の撮像部分

$$V = \begin{cases} 2 \times Q(S, x, y) & (Q(S, x, y) \geq 0 \text{ の場合}) \\ \end{cases}$$

$$V = |$$

$$-2 \times Q(S, x, y) - 1 \quad (Q(S, x, y) < 0 \text{ の場合})$$

【0054】選択された k パラメータは符号列に含めて伝送するものとする。符号化対象の非負の整数値 V を符号化パラメータ k でGolomb符号化する手順は次の通りである。

であり、CCDなどの撮像デバイスとガンマ補正、シェーディング補正など各種の画像調整回路を含む。

【0046】離散ウェーブレット変換部102は画像入力部101から入力される画素データ $P(x, y)$ を不図示の内部バッファに適宜格納しながら2次元の離散ウェーブレット変換を施し、LL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2の7つのサブバンドに分解し、各サブバンドの係数を出力する。以降、各サブバンドの係数を $C(S, x, y)$ と表す。 S はサブバンドを表し、LL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2のいずれかである。また、 x, y は各サブバンド内の左上隅の係数位置を0,0とし、水平方向および垂直方向の係数位置を表す。

【0047】2次元離散ウェーブレット変換は、1次元の変換（フィルタ処理）を水平・垂直方向それぞれに適用することにより実現する。図5のようにLL, LH1, HL1, HH1, LH2, HL2, HH2の7つのサブバンドに分解する過程は公知であるので、ここでは説明を省略する。

【0048】係数量子化部103は離散ウェーブレット変換部102により生成される各サブバンドの係数 $C(S, x, y)$ を、各サブバンド毎に定めた量子化ステップ $\Delta(S)$ を用いて量子化する。量子化された係数値を $Q(S, x, y)$ と表すとする、係数量子化部103で行われる量子化処理は以下の式により表される。

$$Q(S, x, y) = \text{sign}\{C(S, x, y)\} \times \text{floor} \{ |C(S, x, y)| / \Delta(S) \}$$

【0050】ここで、 $\text{sign}\{I\}$ は整数 I の正負符号を表す関数であり、 I が正ならば1、負ならば-1を返す。また、 $\text{floor}\{R\}$ は実数 R を超えない最大の整数値を表す。

【0051】Golomb符号化部104は量子化された各サブバンドの係数 $Q(S, x, y)$ （以降、単に係数と呼ぶ）を、各サブバンドの1ラインを単位にGolomb符号化し、符号列を生成する。以下、サブバンド S の m ライン目の係数に対するGolomb符号列を $GCS(S, m)$ と表す。

【0052】Golomb符号は非負の整数値を符号化対象とし、符号化パラメータ(k パラメータとする)を適切に定めることによって数種類の確率分布に対応した符号を生成することができる符号化方式である。本実施の形態においては各サブバンドの係数の1ライン毎に符号長が最も短くなる様な k パラメータを選択し、係数 $Q(S, x, y)$ を次式により非負の整数値(V とする)に変換した後に、これを選択した k パラメータでGolomb符号化する。

【0053】

【0055】まず、 V を k ビット右シフトして整数値 m を求める。 V に対する符号は m 個の「0」に続く「1」と V の下位 k ビットの組み合わせにて構成する。図7に $k=0, 1, 2$ におけるGolomb符号の例を示しておく。

【0056】図8はサブバンドSのmライン目の係数に対し、Golomb符号化部104の生成・出力するGolomb符号列GCS(S,m)の構造を示したものである。同図で明かなように、符号列GCS(S,m)にはサブバンドSを特定する識別子とライン番号m、および、選択されたkパラメータが含まれる。

【0057】通信インターフェース105はGolomb符号化部104から出力される符号列GCS(S,m)を通信回線を介して装置外部に出力する。この通信インターフェースは、イーサネット、アナログ電話回線、ISDN回線などのネットワーク網へのインターフェース、あるいは、SCSI、IDE、ISAなどのバスへのインターフェース等である。

【0058】通信インターフェース106は通信回線を介して装置外部（画像入力装置1）から符号列GCS(S,m)を受信し、Golomb符号復号部107に送る。この通信インターフェースは、イーサネット、アナログ電話回線、IS

$$Q(S, x, y) = \begin{cases} (V+1)/2 & (V \text{ が奇数の場合}) \\ V/2 & (V \text{ が偶数の場合}) \end{cases}$$

【0062】復号した係数Q(S,x,y)はビットプレーン符号化部108に送る。

【0063】ビットプレーン符号化部108はGolomb符号復号部107で復号された係数値Q(S,x,y)をサブバンド単位にビットプレーン符号化（ビットプレーン毎に算術符号化）し、符号列を生成する。ビットプレーン符号化部108は内部に不図示のバッファを持ち、復号された係数値を格納できるものとする。サブバンドSの係数Q(S,x,y)をビットプレーン符号化し、CS(S,NBP(S)-1)～CS(S,0)を生成する過程は上述したものと同様であるので、ここでは説明を省略する。

【0064】符号列形成部109はビットプレーン符号化部108により全サブバンドの係数の符号化が終了し、全符号列が内部バッファに格納されると、所定の順序で内部バッファに格納される符号列を読み出し、必要な付加情報を挿入して、本符号化装置の出力となる最終的な符号列を形成し、符号出力部110に出力する。

【0065】符号列形成部109で生成される最終的な符号列はヘッダと、レベル0、レベル1、およびレベル2の3つに階層化された符号化データにより構成される。レベル0の符号化データはLLサブバンドの係数を符号化して得られるCS(LL,NBP(LL)-1)からCS(LL,0)の符号列から構成される。レベル1はLH1,HL1,HH1の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH1,NBP(LH1)-1)～CS(LH1,0)、CS(HL1,NBP(HL1)-1)～CS(HL1,0)、および、CS(HH1,NBP(HH1)-1)～CS(HH1,0)から構成される。また、レベル2はLH2,HL2,HH2の各サブバンドの係数を符号化して得られる符号列CS(LH2,NBP(LH2)-1)～CS(LH2,0)、CS(HL2,NBP(HL2)-1)～CS(HL2,0)、および、CS(HH2,NBP(HH2)-1)～CS(HH2,0)から構成される。

【0066】図3に符号列形成部109により生成される符

号列の構造を示す。

【0059】Golomb符号復号部107は符号列GCS(S,m)に含まれている符号化パラメータkを用いてGolomb符号化データを復号し、サブバンドSのmライン目の係数値を復号する。

【0060】Golomb符号の復号は符号化と逆の手順で行われ、まず、復号開始点から「0」の連続数を調べ、整数値mに保持する。「0」の連続を終端させた「1」のすぐ後からkビット取り出し、mをkビット左シフトした後、取り出したkビットとのOR演算を行うことにより非負の整数値Vを復号する。この非負の整数値Vから以下の演算により係数Q(S,x,y)を復号する。

【0061】

号列の構造を示す。

【0067】符号出力部110は符号列形成部109で生成された符号列を装置外部へと出力する。この符号出力部110は、例えば、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等である。

【0068】以上に述べたように、性能の低い画像入力装置1側では離散ウェーブレット変換、量子化の後、本来行われるべき所定のエントロピ符号化（ビットプレーン毎の算術符号化）を行う代わりに簡易なエントロピ符号化（Golomb符号化）を行い、ここで得られた符号化データを性能の高い画像処理装置2に転送（伝送）し、該画像処理装置2側で復号後に上記所定の符号化（ビットプレーン符号化）を行い最終的な符号化データ列を形成する様にしたので、画像入力装置1の装置性能による制限をできるだけ回避した効率の良い符号化が行える。

【0069】（第2の実施の形態）図9は本発明の第2の実施の形態に係る画像符号化システムのブロック図を示したものである。第1の実施の形態で用いた図1のブロック図と共通する部分については同じ符号で示し、それらの説明を省略する。

【0070】同図に於いて901は動画画像入力部、902は2次記憶装置、903は符号化データ読み出し部である。

【0071】本実施の形態では、1秒あたり15フレーム取り込まれる、1画素の輝度値が8ビットのモノクロ動画データを4秒分、即ち60フレームを符号化するものとして説明する。しかしながら本発明はこれに限らず、取り込み時間や1秒あたりの取り込みフレーム数についても変形することも可能である。

【0072】また第1の実施の形態同様、本実施の形態も種々の画像データを符号化することが可能である。即ち、4ビット、10ビット、12ビットなど8ビット以外のビ

ット数で輝度値を表現している画像データ、或いは各画素を複数の色成分或いは輝度と色度／色差成分で表現するカラー画像データ、或いは各画素の状態を多値情報で示したインデックスデータを符号化する場合にも適用できる。

【0073】以下、図9のブロック図を用いて、本実施の形態に係る画像符号化システムの各部の動作を詳細に説明する。本実施の形態の画像符号化システムは、動画像入力部901から入力される1秒あたり15フレームの動画像データを簡易なエントロピ符号化を用いてリアルタイムで符号化し、取り込み後にビットプレーン符号化（ビットプレーン毎に算術符号化）を用いて再圧縮するものである。

【0074】符号化対象画像が動画像であること、通信インターフェース105、106に代えて2次記憶装置902を備えること、符号化データがこの2次記憶装置902に格納されること以外は、第1の実施の形態で説明した画像符号化システムとほぼ同じである。

【0075】まず、上述した様に、動画像入力部901から1秒あたり15フレームで4秒分の動画像（60フレーム）が入力される。動画像入力部901は入力される画像を1フレームづつ離散ウェーブレット変換部102に送る。

【0076】離散ウェーブレット変換部102に送られた1フレーム、即ち1枚の画像データは、第1の実施の形態と同様にして、離散ウェーブレット変換部102で離散ウェーブレット変換され、係数量子化部103で量子化され、Golomb符号化部104でエントロピ符号化される。

【0077】Golomb符号化部104で生成された符号列CS(S,m)は一旦、2次記憶装置902に格納される。このとき、符号列CS(S,m)は各フレームごとにまとめて格納されるものとする。

【0078】動画像入力部901から入力される60フレーム分の画像データをすべて符号化し終えると、符号化データ読み出し部903は2次記憶装置902から先頭フレームから最終フレームまで、1フレームづつ符号化データを読み出し、Golomb符号復号部107に渡す。

【0079】第1の実施の形態と同様にして、Golomb符号復号部107で符号列GCS(S,m)から係数 $Q(S,x,y)$ を復元し、ビットプレーン符号化部108で $Q(S,x,y)$ をサブバンド単位にビットプレーン符号化し、ビットプレーン符号化データCS(S,NBP(S)-1)～CS(S,0)を生成・出力する。さらに、符号列形成部109により、フレーム単位に符号列を並び変えて最終的な符号列を生成し、2次記憶装置902に格納する。

【0080】以上の処理により、動画像入力部901から入力される動画像データをフレーム単位に符号化処理し、符号化データを2次記憶装置に生成する。一旦、簡易なエントロピ符号化を用いてリアルタイムに符号化して2次記憶装置に格納し、その後、復号後に再度ビットプレーン符号化することにより、取り込み時の処理スビ

ードを確保しつつ、圧縮性能に優れ、段階的伝送に好適な動画像符号化データを生成することができる。

【0081】（第3の実施の形態）第1、第2の実施の形態においては最終的な符号列として、符号列の伝送に伴い、徐々に空間解像度が向上する（または復号画像サイズが増加する）ように符号列を構成した。

【0082】本実施の形態においては、図10に示すように画像入力装置3及び画像処理装置4とは異なる復号化装置5からの要求を符号列形成部1102に伝達するようにし、第1、第2の実施の形態のように空間解像度が徐々に向上する符号列（以降、空間解像度スケラブルと呼ぶ）と画質が徐々に向上する符号列（以降、SNRスケラブルと呼ぶ）とを切り替えて出力する。

【0083】図10は本発明の第2の実施の形態に係る画像符号化システムのブロック図を示したものである。第1の実施の形態で用いた図1のブロック図と共通する部分については同じ符号で示し、それらの説明を省略する。

【0084】同図において1001は2次記憶装置、1002は符号列形成部である。同図に示すように本実施の形態の画像符号化システムは、第1の実施の形態の画像符号化システム（画像入力装置1、画像処理装置2）とほぼ同様の機能を有する画像入力装置3と画像処理装置4から構成されている。

【0085】画像入力装置3については第1の実施の形態の画像入力装置1と全く同じである。また、画像処理装置4は画像処理装置2に2次記憶装置1001の機能を追加し、符号列形成部109に代えて、動作の異なる符号列形成部1002を備え、この符号列形成部1002に復号化装置5からの要求を入力するように変更されている。

【0086】本実施の形態の画像符号化システムは大量の枚数の画像データを符号化し、ビットプレーン符号化部108から出力されるビットプレーン符号化データを2次記憶装置1001に格納しておき、復号化装置5からの要求に応じて所定の画像データの符号化データを、復号化装置5要求に応じたスケラビリティで符号列を生成して出力するものである。

【0087】画像入力装置3の動作については第1の実施の形態における画像入力装置1と同様なので説明を省略する。以下、画像処理装置4の動作について説明する。

【0088】第1の実施の形態の画像符号化システムの画像処理装置2と同様にして、Golomb符号復号部107で符号列GCS(S,m)から係数 $Q(S,x,y)$ を復元し、ビットプレーン符号化部108で $Q(S,x,y)$ をサブバンド単位にビットプレーン符号化（ビットプレーン毎に算術符号化）し、ビットプレーン符号化データCS(S,NBP(S)-1)～CS(S,0)を生成・出力する。

【0089】ビットプレーン符号化部108より出力されるビットプレーン符号化データCS(S,NBP(S)-1)～CS(S,

10

20

30

40

50

0)は一旦、2次記憶装置1001に格納される。このとき、ビットプレーン符号化データCS(S,NBP(S)-1)〜CS(S,0)は各画像毎にまとめて格納されるものとする。

【0090】復号化装置5からは2次記憶装置1001に格納される複数の画像符号化データのうち、復号化装置5で必要としている画像を指定する画像識別信号iと空間解像度スケーラブルかSNRスケーラブルかを指定するスケーラビリティ選択信号sとを対にして符号列形成部1002に送られる。

【0091】画像識別信号は画像を一意に指定できるものであれば、画像名、画像の通し番号等で良く、特に限定されるものではない。また、スケーラビリティ選択信号sは空間解像度スケーラブルならば0、SNRスケーラブルならば1とする。

【0092】符号列形成部1002は復号化装置5からの要求信号(i,s)により指定される画像データに係るビットプレーン符号化データを2次記憶装置1001から読み出し、指定されるスケーラビリティで符号列を生成して出力する。スケーラビリティ選択信号sが0ならば第1の実施の形態の画像符号化システムと同様に、ヘッダと、レベル0、レベル1、およびレベル2の3つに階層化された図3に示す構造の符号化データが生成される。

【0093】一方、スケーラビリティ選択信号sが1ならば図11に示すように上位ビットプレーンから下位ビットプレーンへと各ビットプレーンの符号化データをレベル0、レベル1、レベル2の順に繰り返し並べて符号化データを構成する。

【0094】符号列形成部1002により生成された符号化データは符号出力部110より復号化装置5へ出力される。この符号出力部110は、第1の実施の形態の画像符号化システムと同様の機能部であり、ハードディスクやメモリといった記憶装置、ネットワーク回線のインターフェース等に適用できる。

【0095】以上の処理により、本実施の形態によれば、第1の実施の形態の効果に加え、復号化装置5の要求に応じた柔軟な符号列形成を行うことが可能である。

【0096】(変形例)本発明は上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば上述した第1〜3の実施の形態においては、離散ウェーブレット変換を用いた符号化の例を示したが、離散ウェーブレット変換については本実施の形態で使用したものに限定されるものではなく、フィルタの種類や適応方法を変えても構わない。例えば9/7フィルタなどよりタップ数の長いフィルタに変えても構わないし、低周波サブバンド以外にも2次元離散ウェーブレット変換を繰り返し適用しても構わない。さらに、離散ウェーブレット変換以外にも階層的に画像データを符号化するのに適した方法であれば良く、DCT、アダマール変換等、その他の系列変換手法に基づく符号化方式を適用しても構わない。また、係数の符号化方式についても上述の実施の形態に限定されるもので

はなく、例えば、MQ-Coder等、QM-Coder以外の算術符号化方法を適用しても構わないし、その他のエントロピ符号化方法を適用しても構わない。

【0097】また、上述の実施の形態においては、簡易なエントロピ符号化としてGolomb符号を用いたが、ハフマン符号を始め、Golomb符号以外の符号化方式を適用しても構わない。

【0098】また、説明を簡単にするために、上記各実施の形態では、サブバンド単位のビットプレーン符号化について説明したが、ランダムアクセス性を高めるために各サブバンドを更に小ブロックに分割してこの小ブロック単位にビットプレーン符号化を適用しても構わない。また、ビットプレーンは着目係数の近傍係数の状態に応じて複数のサブビットプレーンにカテゴリ分けし、複数回のパスで符号化しても構わない。

【0099】また、第3の実施の形態の符号列形成部1002においては、符号の伝送に伴って徐々に画質が向上する符号列構成法(SNRスケーラブル)として上位ビットプレーンから下位ビットプレーンへとビットプレーン単位に各レベルのビットプレーン符号化データを配列する方法を説明したが、各ビットプレーンデータの符号量と画質改善効果の兼ね合いから効率の良い伝送順を求めて、この順番でビットプレーン符号化データを配列しても構わない。

【0100】また、画像データを予め複数のタイルに分割し、タイル毎に符号化処理を行っても構わない。

【0101】なお、本発明は複数の機器(例えばホストコンピュータ、インターフェース機器、リーダ、プリンタ等)から構成されるシステムの一部として適用しても、単一の機器(例えば複写機、ファクシミリ装置、デジタルカメラ等)からなる装置の一部に適用しても良い。即ち、上記図1では画像入力装置と画像処理装置を別体として説明したが、画像入力装置1と画像処理装置2は単体の装置であっても構わない。

【0102】また、本発明は上記実施の形態を実現するための装置および方法のみに限定されるのではなく、上記システムまたは装置内のコンピュータ(CPUあるいはMPU)に、上記実施の形態を実現するためのソフトウェアのプログラムコードを供給し、このプログラムコードに従って上記システムあるいは装置のコンピュータが上記各種デバイスを動作させることにより上記実施の形態を実現する場合も本発明の範疇に含まれる。

【0103】またこの場合、前記ソフトウェアのプログラムコード自体が上記実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード自体、及びそのプログラムコードをコンピュータに供給するための手段、具体的には上記プログラムコードを格納した記憶媒体は本発明の範疇に含まれる。

【0104】このようなプログラムコードを格納する記憶媒体としては、例えばフロッピーディスク、ハード

ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0105】また、上記コンピュータが、供給されたプログラムコードのみにしたがって各種デバイスを制御することにより、上記実施の形態の機能が実現される場合だけでなく、上記プログラムコードがコンピュータ上で稼動しているOS（オペレーティングシステム）、あるいは他のアプリケーションソフト等と共同して上記実施の形態が実現される場合にもかかるプログラムコードは

本発明の範疇に含まれる。

【0106】更に、この供給されたプログラムコードが、コンピュータの機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに格納された後、そのプログラムコードの指示に基づいてその機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって上記実施の形態が実現される場合も本発明の範疇に含まれる。

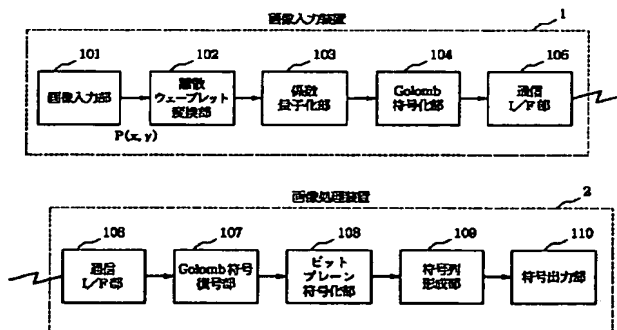
【0107】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、装置の処理時間、メモリ、演算コストなどが制約される状態にあっても効率良く符号化を行うことができる。特に、画像データを周波数成分に分解し、各周波数成分を量子化し、量子化データに所定のエントロピー符号化を施して符号化データを生成する状況において、装置の処理時間、メモリ、演算コスト等の制約条件にできるだけ影響されない符号化を行うことができる。

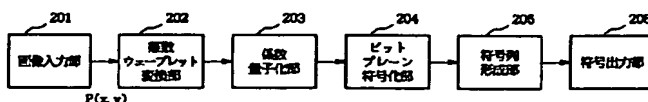
【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る画像符号化システムの構成を示すブロック図

【図1】



【図2】



【図2】従来の画像符号化システムの例の構成を示すブロック図

【図3】最終的な符号化データの一例を示す図

【図4】2次元ウェーブレット変換の様子を説明する図

【図5】サブバンド分割を説明する図

【図6】ビットプレーン符号化部108における符号化処理を説明するフローチャート

【図7】符号化パラメータk=0,1,2,3の場合のGolomb符号の例を示す図

【図8】Golomb符号化部104から出力されるGolomb符号化データの構成を示す図

【図9】第2の実施の形態に係る画像符号化システムの構成を示すブロック図

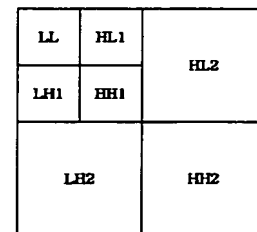
【図10】第3の実施の形態に係る画像符号化システムの構成を示すブロック図

【図11】第3の実施の形態に係る画像符号化システムで出力される符号化データの構成を示す図

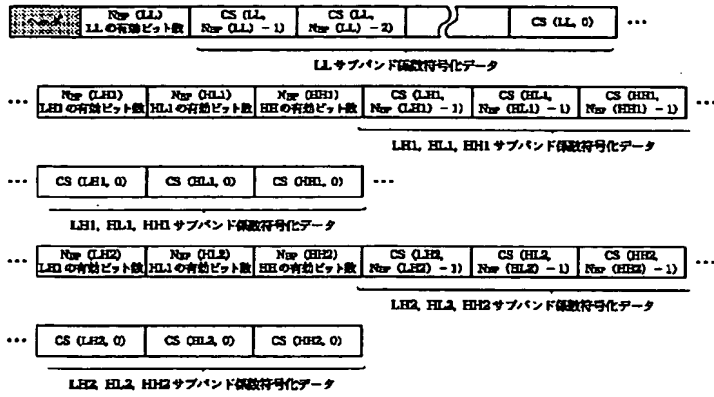
【符号の説明】

- 1 画像入力装置
- 2 画像処理装置
- 101 画像入力部
- 102 離散ウェーブレット変換部
- 103 係数量子化部
- 104 Golomb符号化部
- 105、106 通信インターフェース
- 107 Golomb符号復号部
- 108 ビットプレーン符号化部
- 109 符号列形成部
- 110 符号出力部

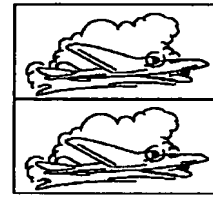
【図5】



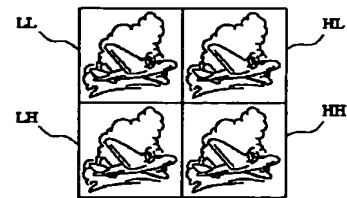
【図3】



【図4】

符号化対象画像
(a)

(b)



(c)

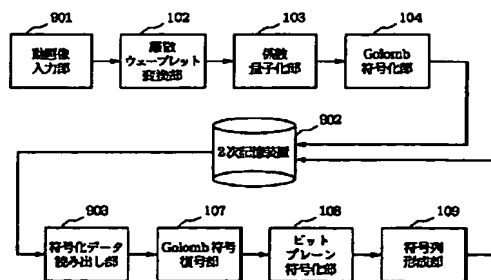
【図7】

x V	0		1		2		3	
	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部
0	1		1	0	1	00	1	000
1	01		1	1	1	01	1	001
2	001		01	0	1	10	1	010
3	0001		01	1	1	11	1	011
4	00001		001	0	01	00	1	100
5	000001		001	1	01	01	1	101
6	0000001		0001	0	01	10	1	110
7	00000001		0001	1	01	11	1	111
8	000000001		00001	0	001	00	01	000
...

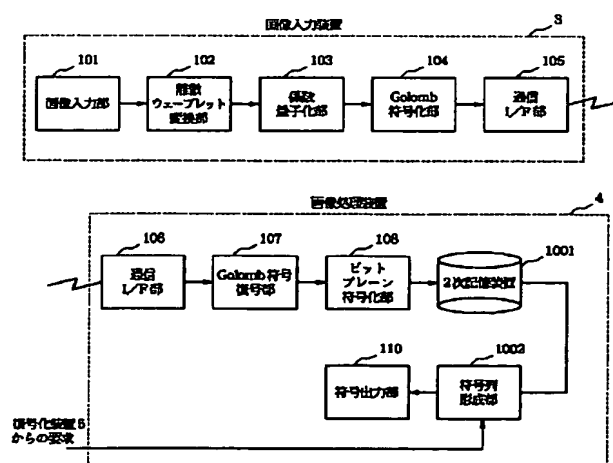
【図8】

S	HL	サブバンドの1ライン分の係数に対するGolomb符号化データ
---	----	--------------------------------

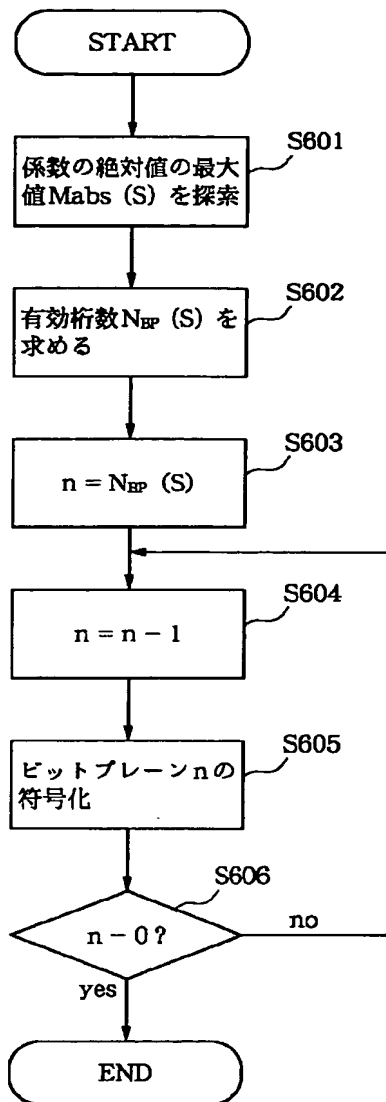
【図9】



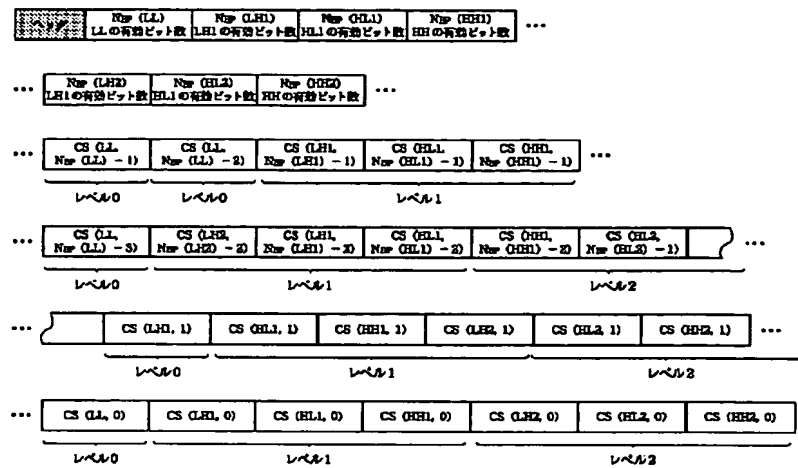
【図10】



【図6】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 岸 裕樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ
ン株式会社内

Fターム(参考) 5C059 KK08 KK11 KK41 MA22 MA23
MA24 MA32 MA34 MA35 MC11
MC38 ME01 ME02 ME11 PP01
PP04 PP15 PP16 PP17 SS11
SS14 SS20 UA02 UA06 UA11
5C078 AA04 BA21 CA27 CA31 DA00
DA01 DA02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.